

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-252019

(43)公開日 平成4年(1992)9月8日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>  
H 01 L 21/203

識別記号 庁内整理番号  
M 7630-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全4頁)

(21)出願番号 特願平3-8234

(22)出願日 平成3年(1991)1月28日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 彦坂 康己

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 井桁 貞一

(54)【発明の名称】 ヘテロエピタキシャル結晶成長方法

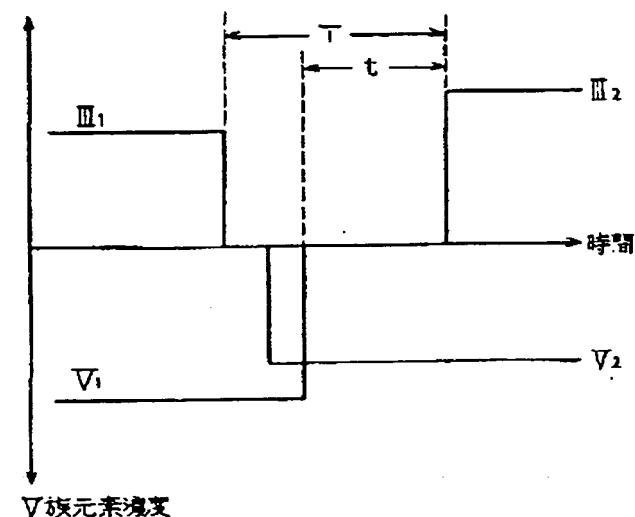
(57)【要約】

【目的】 本発明は、V属元素が異なる二種類のIII-V属化合物半導体によって構成されるヘテロ接合の形成方法に関し、MBE成長法を用いて急峻な組成のプロファイルを持ち、且つ良好なヘテロ接合界面特性を有するヘテロ接合を形成することを目的としている。

【構成】 MBE法によりIII<sub>1</sub>：V<sub>1</sub> / III<sub>2</sub>：V<sub>2</sub>ヘテロ接合を形成する場合に、III<sub>1</sub>：ビームを停止させる工程と、次いでV<sub>1</sub>：ビームを射出させる工程と、次いでV<sub>1</sub>：ビームを停止させる工程と、次いでIII<sub>2</sub>：ビームを射出させる工程を含み、III<sub>1</sub>：ビーム停止よりIII<sub>2</sub>：ビーム射出までの時間、V<sub>1</sub>：ビーム停止よりIII<sub>2</sub>：ビーム射出までの時間、及びV<sub>1</sub>：ビームとV<sub>2</sub>：ビームの重複時間がそれぞれ設定される工程により構成する。

本発明の原理説明図

III族元素濃度



(2)

1

(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 V属元素が異なる二種類のIII-V属化合物半導体によって構成されるヘテロ接合III<sub>1</sub> V<sub>1</sub> / III<sub>2</sub> V<sub>2</sub> の結晶成長方法において、先ず、III<sub>1</sub> ビームを停止させた後、成長面に不純物が実質的に吸着されない所定時間において、III<sub>1</sub> ビームを射出させ、更に前記所定時間の間に、V<sub>1</sub> ビームの停止及びV<sub>2</sub> ビームの射出開始を行なうことを特徴する結晶成長方法。

【請求項2】 前記、V<sub>1</sub> ビームとV<sub>2</sub> ビームが重疊する期間を有することを特徴とする請求項1の結晶成長方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、V属元素が異なる二種類のIII-V化合物半導体によって構成されるヘテロ接合の形成方法に関し、特に分子ビームエピタキシアル法(MBE法)による該ヘテロ接合の形成方法に関する。

【0002】 近年、化合物半導体ヘテロ接合を用いた素子開発が盛んである。特にV属元素が異なるヘテロ接合系、例えばInAs/GaSb等をMBE成長法により形成する場合、III属元素ビームの切り換えと同時にV属元素ビームの切り換えが必要である。このビーム切り換えが適切に行なわれないと、理想的に急峻な組成のプロファイルに基づく、望ましいヘテロ接合界面特性を得ることはできない。即ち、このような種類のヘテロ接合をMBE成長法により形成する場合には、ビーム切り換え方法がヘテロ接合界面特性を支配する。

## 【0003】

【従来の技術】 従来、MBE法によってV属元素が異なるIII-V化合物半導体のヘテロ接合を形成する場合には、先ず接合の一方の側の半導体を成長させているIII属元素ビームとV属元素ビームを同時に停止し、次いで接合の他方の側の半導体を成長させるためのIII属元素ビームとV属元素ビームを同時に射出開始するビーム切り換えが行なわれていた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、このような方法においては、現実には、最初に成長する半導体の成分元素と次に成長する半導体の成分元素が、或る時期において混合することがあり、従ってこの場合、それら混合成分の混晶が形成されるために、組成の急峻な接合界面を得ることができないという問題があった。これは又、望ましいヘテロ接合界面特性を得ることができないという問題でもあった。

【0005】 そこで、本発明は、MBE成長法を用いて急峻な組成のプロファイルを持ち、且つ良好なヘテロ接合界面特性を有するヘテロ接合を形成することを目的としている。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 図1は本発明の原理説明

(2)

2

図である。以下において、MBE法により、最初にIII<sub>1</sub> V<sub>1</sub>を成長させて、次にIII<sub>2</sub> V<sub>2</sub>を成長させ、III<sub>1</sub> V<sub>1</sub> / III<sub>2</sub> V<sub>2</sub>ヘテロ接合を形成する場合について説明する。III<sub>1</sub> V<sub>1</sub>の成長を終了させるためにIII<sub>1</sub>のビームを停止させる。しかしV<sub>1</sub>のビームは暫く継続させておく。適当な時間後、V<sub>2</sub>のビームを開始して適当な時間後にV<sub>1</sub>のビームを停止させる。図1において、V属元素の蒸気圧が高いために生じる過渡的な状態は省略されている。V<sub>1</sub>の停止後、t時間後にIII<sub>2</sub>のビームを開始させる。この時点からIII<sub>2</sub> V<sub>2</sub>の成長が開始される。III<sub>2</sub>のビームの開始時点はIII<sub>1</sub>のビーム停止時点からT時間後である。

【0007】 このような成長方法において、t及びTの適切な値を選定することによって、前記の問題点は解決される。

## 【0008】

【作用】 III-V化合物半導体をMBE成長法によって成長する場合、成長はIII属元素ビームによって制御されている。即ち、基板に対してV属元素雰囲気のみで、III属元素ビームの照射がなければMBE成長は起こらない。この効果を利用して、最初に照射するIII<sub>1</sub>のビームを停止し、次いで、III<sub>2</sub>のビームを照射開始するまでの時間(T)、即ち成長中断時間内にV属元素ビームの切り換えを行なう。この様にすることにより各元素が混合することなく、形成されるIII<sub>2</sub> V<sub>2</sub>の中にV<sub>1</sub>が混入してIII<sub>2</sub> V<sub>2</sub> V<sub>1</sub>のような3元化合物が含まれることは起こらない。従って、急峻な組成プロファイルを有する接合が得られる。しかし成長中断時間(T)が余りに長い場合には残留ガス中の不純物が成長面に吸着されて、そのために界面特性は劣化することが予想される。図2は成長中断時間(T)がヘテロ接合界面特性に及ぼす影響を2次元電子ガスの移動度によって調べた実験データを示すグラフである。実験は、最も良く知られているGaAs/AlGaAsのヘテロ接合界面に対して行われたものであるが、成長中断時間(T)がヘテロ接合界面特性に及ぼす影響を調べる上においては、共通するものであって一般性は失われていない。このヘテロ接合を形成する方法は次の通りである。先ずGaAs MBEを行った後、Asのビームを持続したままGaビームを停止させる。そのT時間後に、GaビームとAlビームを同時に開始させて、AlGaAsを成長させる。このヘテロ接合のGaAs側に2次元電子ガスを発生させて、この電子の移動度が室温と77Kにおいて測定された。実験はTが0分、3分、6分の三種のヘテロ接合に対して行われた。図2のグラフより分かるように、Tが5分を越えると移動度は著しく劣化する。従って、接合界面特性を劣化させないためには、Tが5分より短いことが必要である。

【0009】 V属元素がV<sub>1</sub>とV<sub>2</sub>のよう異なる場合、V<sub>1</sub>をV<sub>2</sub>に切り換えた後においてもバックグラウンドに残留しているV<sub>1</sub>の影響が現れる。しかし、一

(3)

般にバックグラウンド レベルは2 倍程度小さいから、結晶組成としては、 $V_1$  の濃度は1 % 以下となる。それ故に、このようなヘテロ接合を高速デバイスに使用する場合に影響は少ないが、特殊な用途に対してはその影響を無視することができない。従って、このような $V_1$  の混入を防止するためには、 $V_1$  の停止後、 $III_2$  ビーム開始までの時間  $t$  が 数秒乃至2 分であれば充分であることが確認されている。

## 【0010】

【実施例】本発明の2つの実施例について、図を参考しながら説明する。

## 第1の実施例

図3 (a)は第一の実施例における構成図を、図3 (b)は、その製作におけるタイムチャートを示す。MBE基板には半絶縁性GaAs(SI-GaAs)を用い、その上に*i*-AlSb, *i*-InAs, *i*-AlGaSbを順次形成される。先ず、*i*-AlSbを1  $\mu$ m成長させた後Alビームを停止させる。この時刻を0として、1秒後にAsビームを射出開始し、2秒後にSbビームを停止させる。次に、時刻121秒の時点で*i* Inビームの射出を開始させ*i*-InAsの成長が開始される。*i*-InAsが厚さ20 nm成長した時点で*i* Inビームを停止させる。この時刻を再び0とすると、1秒後にSbビームを射出開始させ、2秒後にAsビームを停止させる。Sbビームの射出開始60秒後に、AlビームとGaビームを同時に射出開始させ*i*-AlGaSbを50 nm成長させる。

## 第2の実施例

図4 (a)は第二の実施例における構成図を、図4 (b)は、その製作におけるタイムチャートを示す。SI-InP基板上に、*i*-AlSb, *i*-GaSb, *i*-InAs, *i*-AlSbが順次形成

される。尚、本タイムチャートには、V属元素が切り換える*i*-GaSb, *i*-InAs, *i*-AlSbの製作に関する部分のみが示されている。先ず、*i*-AlSbを1  $\mu$ m成長させた後、*i*-GaSbを30 nm成長させる。その時点で先ずGaビームのみを停止させる。この時刻を0として、1秒後にAsビームを射出開始させる。2秒後にSbビームを停止させる。Asビームを2分射出した後、Inビームの射出を開始させる。これによりInAsを30 nm成長させ、その時点で*i* Inビームを停止させる。この時刻を0として、1秒後にSbビームを射出開始させ、2秒後にAsビームを停止させる。61秒後にAlビームを射出開始させて20 nmの*i*-AlSbを成長させる。

## 【0011】

【発明の効果】本発明においては上述の如く、V属元素が異なるIII-V化合物半導体ヘテロ接合の形成に対して、III属及びV属元素の切り換え時間プログラムを通切に設定することにより、異なる二種のV属元素が混入して生じる三元化合物半導体がヘテロ接合近傍に混合されることなく、又、残留不純物によるヘテロ接合近傍の汚染も避けることができ、その結果良好なヘテロ接合特性が得られる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の原理説明図である。

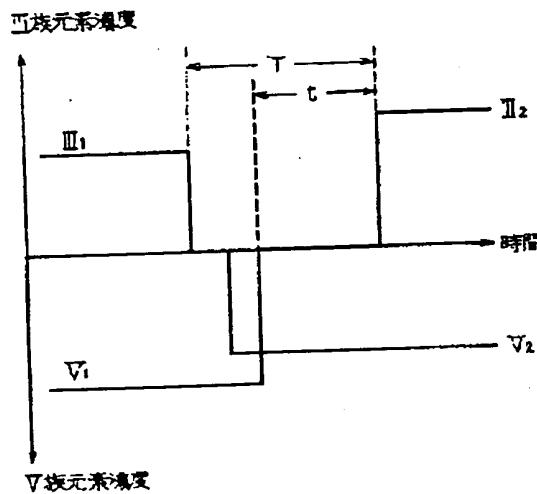
【図2】 本発明における、成長中断時間のヘテロ接合界面特性に及ぼす影響を示す図である。

【図3】 本発明の第1の実施例における構成図とタイムチャートを示す図である。

【図4】 本発明の第2の実施例における構成図とタイムチャートを示す図である。

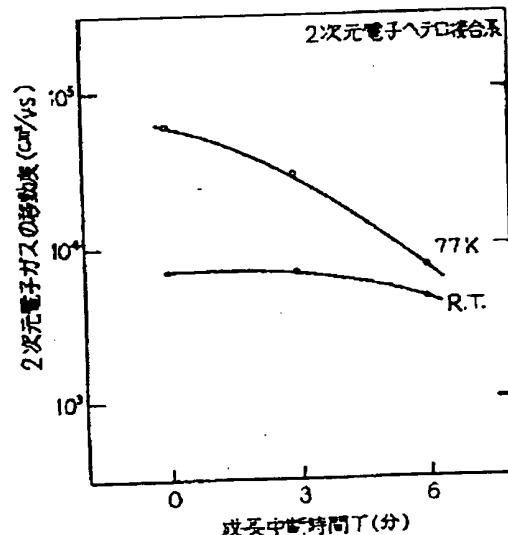
【図1】

本発明の原理説明図



【図2】

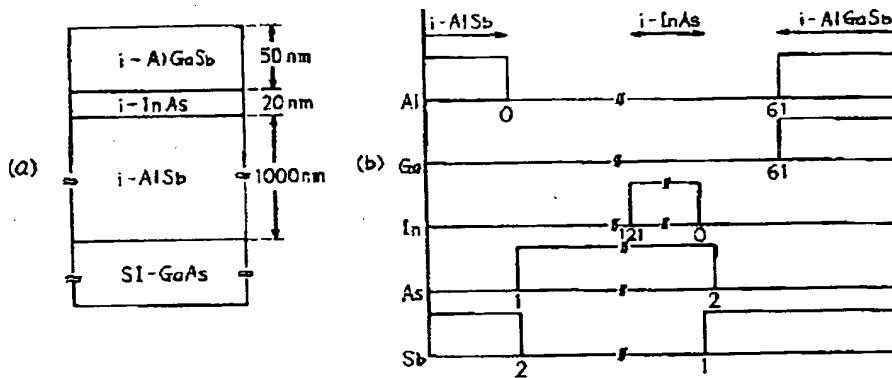
成長中断時間のヘテロ接合界面特性に及ぼす影響



(4)

【図3】

第1の実施例における構成図とタイムチャート



【図4】

第2の実施例における構成図とタイムチャート

